

30. Ulmer Gespräch der DGO im Mai 2008
**Brennstoffzelle – Wandler und Speichersysteme
für Fahrzeuge**
Dipl.-Ing. TU Andreas Brinner



Deutsches Zentrum
für Luft- und Raumfahrt e.V.
in der Helmholtz-Gemeinschaft

Deutsches Zentrum für Luft- & Raumfahrt e.V. (DLR)
Institut für Fahrzeugkonzepte (DLR-FK)
Pfaffenwaldring 38-40, D-70569 Stuttgart
Tel: 0711 6862 574 / Fax: 0711 6862 1574
E-mail: andreas.brinner@dlr.de / Internet: www.dlr.de/fk



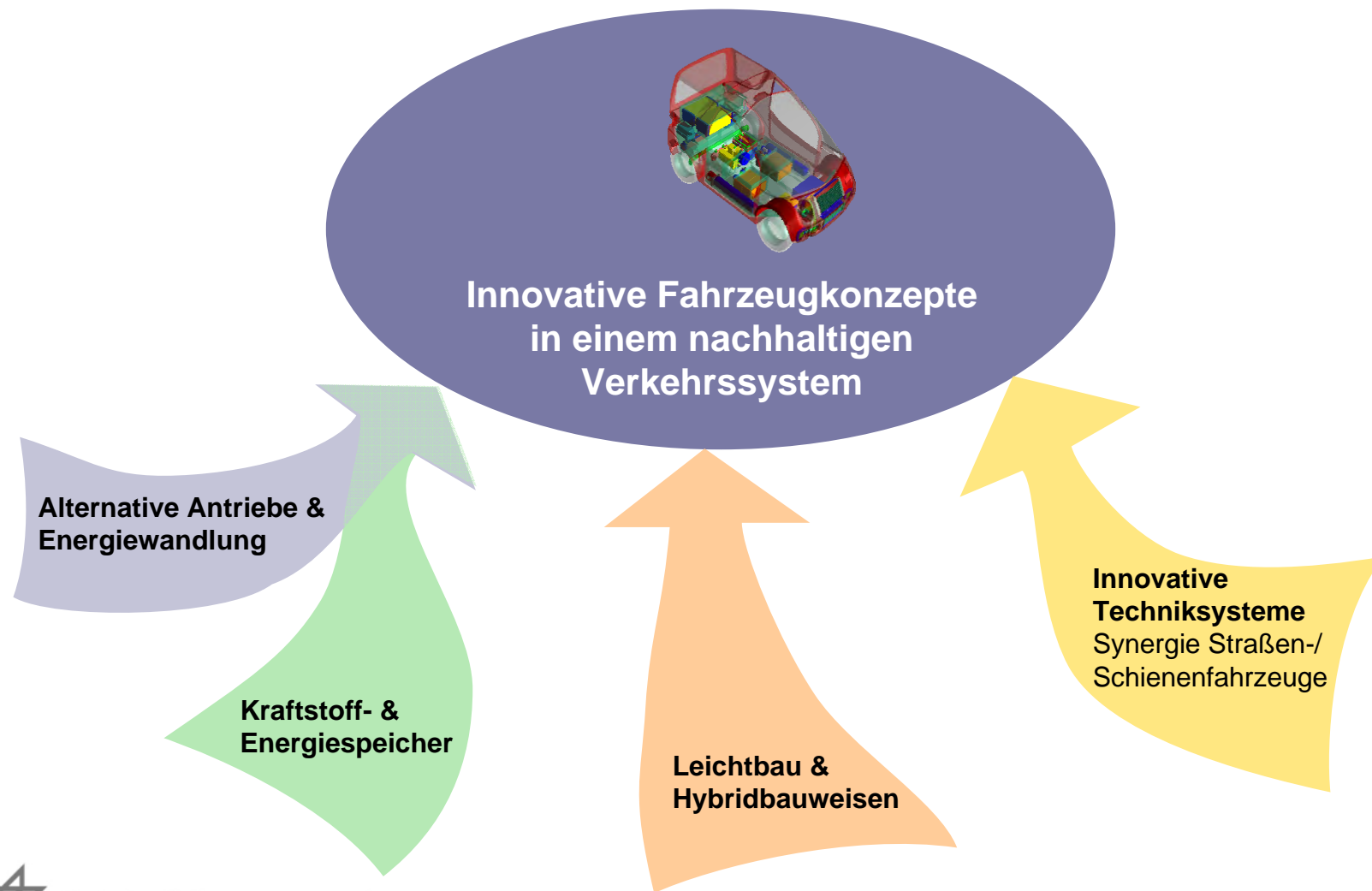
Vortragsinhalt

- Kurzvorstellung des DLR-Instituts für Fahrzeugkonzepte
- Motivation der Entwicklung neuer Antriebsstränge
- Brennstoffzellen-Technologien und Funktionsprinzipien
- Brennstoffzellen-Antriebsstrang im Fahrzeug
- Verfahrenstechnisches Konzept eines PEFC-Systems
- PEFC-Systemeinbau im Fahrzeug
- Wasserstoffspeicher-Technologien für Fahrzeuge
- Zusammenfassung



Das Institut für Fahrzeugkonzepte

Professor Horst E. Friedrich



Deutsches Zentrum
für Luft- und Raumfahrt e.V.
in der Helmholtz-Gemeinschaft

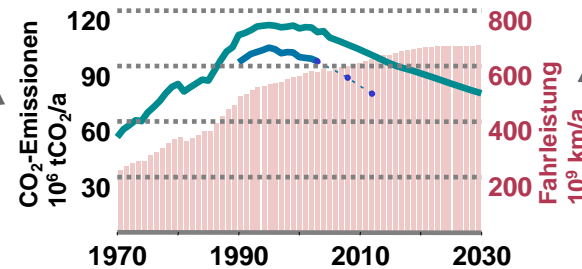
Dipl.-Ing. Andreas Brinner
Institut für Fahrzeugkonzepte

09.05.08

Kurzvorstellung des DLR-Instituts für Fahrzeugkonzepte

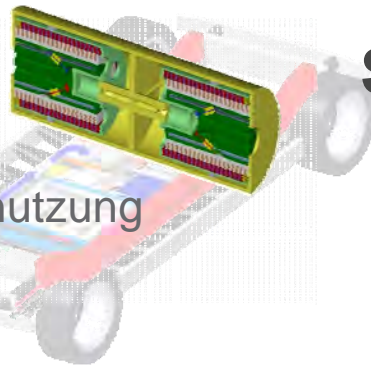


Vision CO₂-Reduktion



Erhöhung der Energieeffizienz

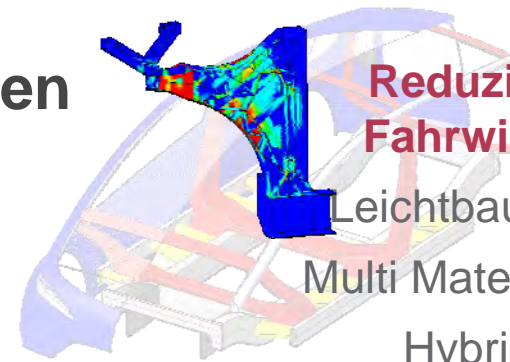
Sekundärenergienutzung
Alternative
Energiewandlung
Kraftstoffszenarien



Stoßrichtungen

Reduzierung der Fahrwiderstände

Leichtbaustrategien
Multi Material Design
Hybridbauweise



Synthese

Neue Fahrzeugkonzepte
Entwicklung und Integration
innovativer Technologien



Deutsches Zentrum
für Luft- und Raumfahrt e.V.
in der Helmholtz-Gemeinschaft

Dipl.-Ing. Andreas Brinner
Institut für Fahrzeugkonzepte

09.05.08

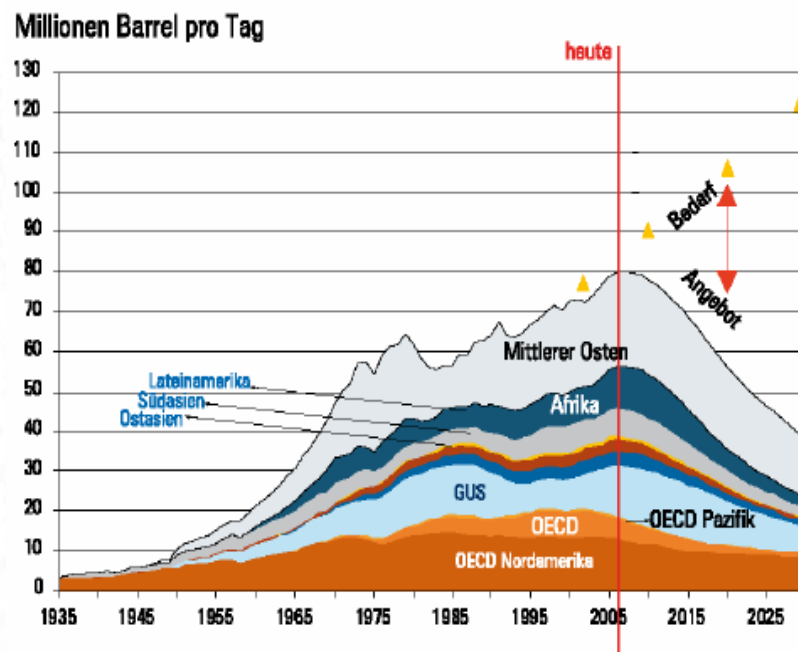
Kurzvorstellung des DLR-Instituts für Fahrzeugkonzepte



Motivation für neue Fahrzeugkonzepte und Antriebe

Unser auf fossile Energieträger gestütztes Energiesystem ist **nicht zukunftsfähig**. Die beiden wichtigsten Gründe:

Erschöpfung der Ressourcen

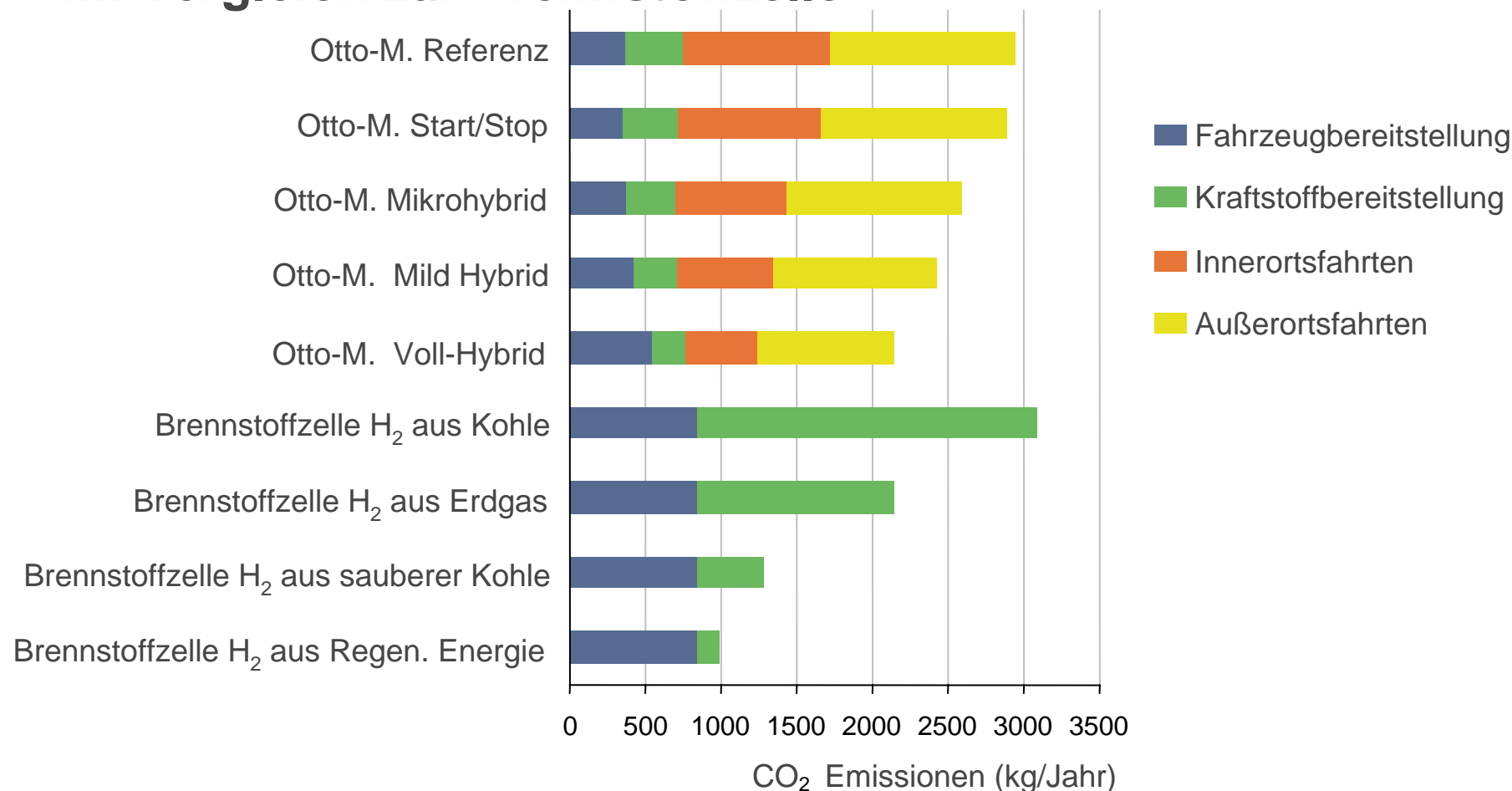


Klimaschutz



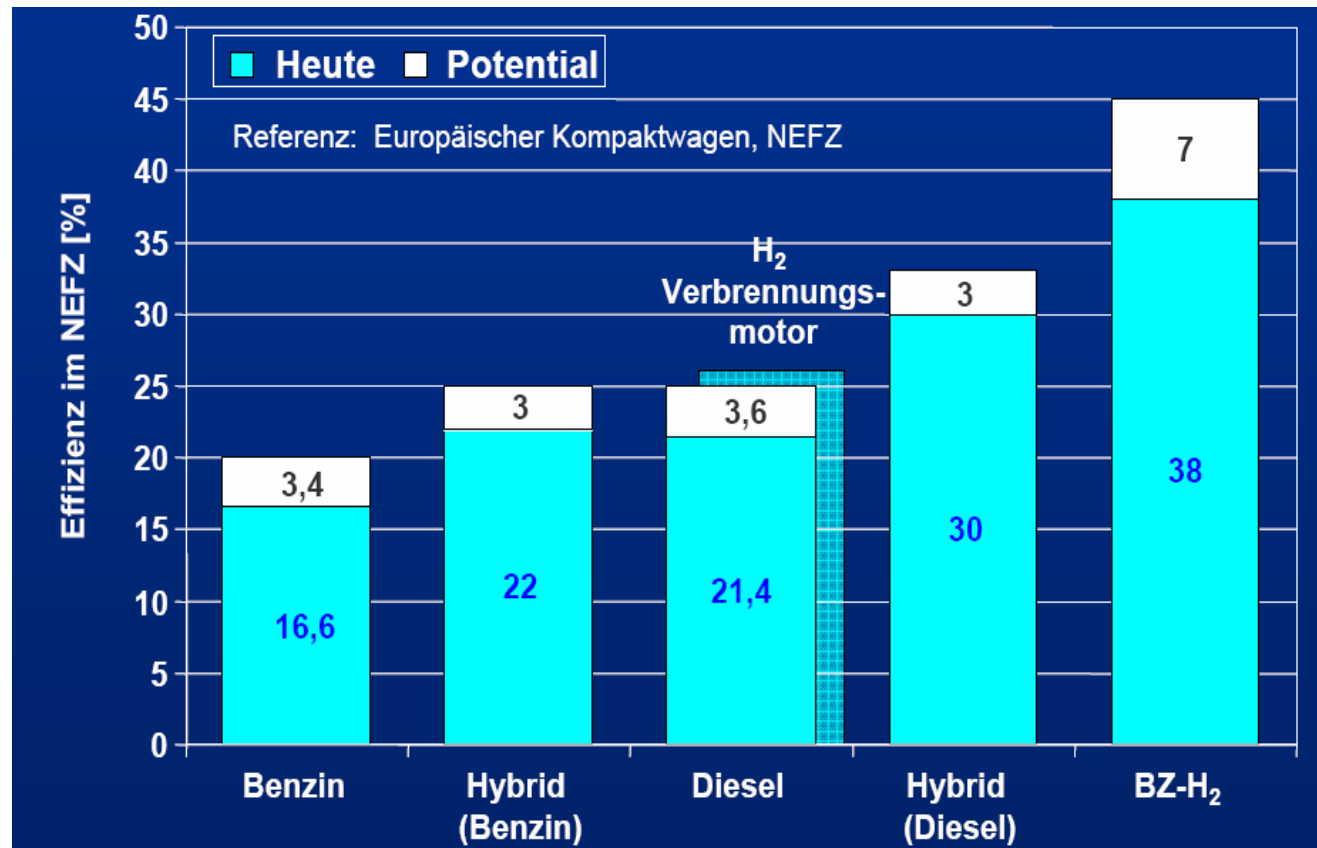


CO₂ – Emissionen von Hybridantriebskonzepten im Vergleich zur Brennstoffzelle



Quellen: DLR. R. Edwards, Well-To-Wheel Analysis, 2003. UBA-H2, Entwicklung einer Gesamtstrategie zur Einf. alternat. Kraftstoffe. Pehnt, Ganzheitliche Bilanzierung, 2002. Schweimer, Sachbilanz des Golf A4, Wolfsburg.

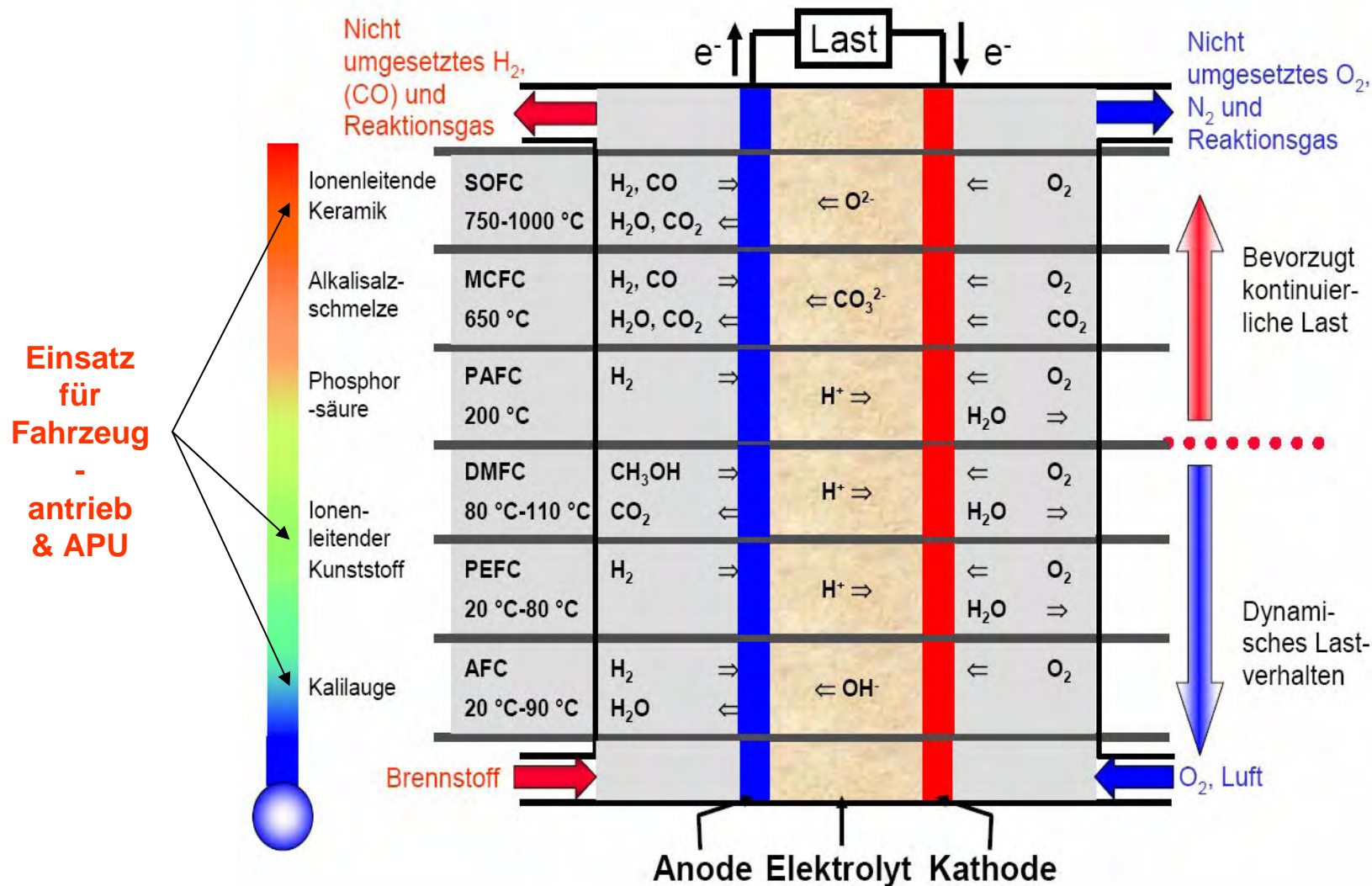
Antriebsstrang-Wirkungsgrade und Potenziale im Vergleich bei Tank-To-Wheel-Betrachtung



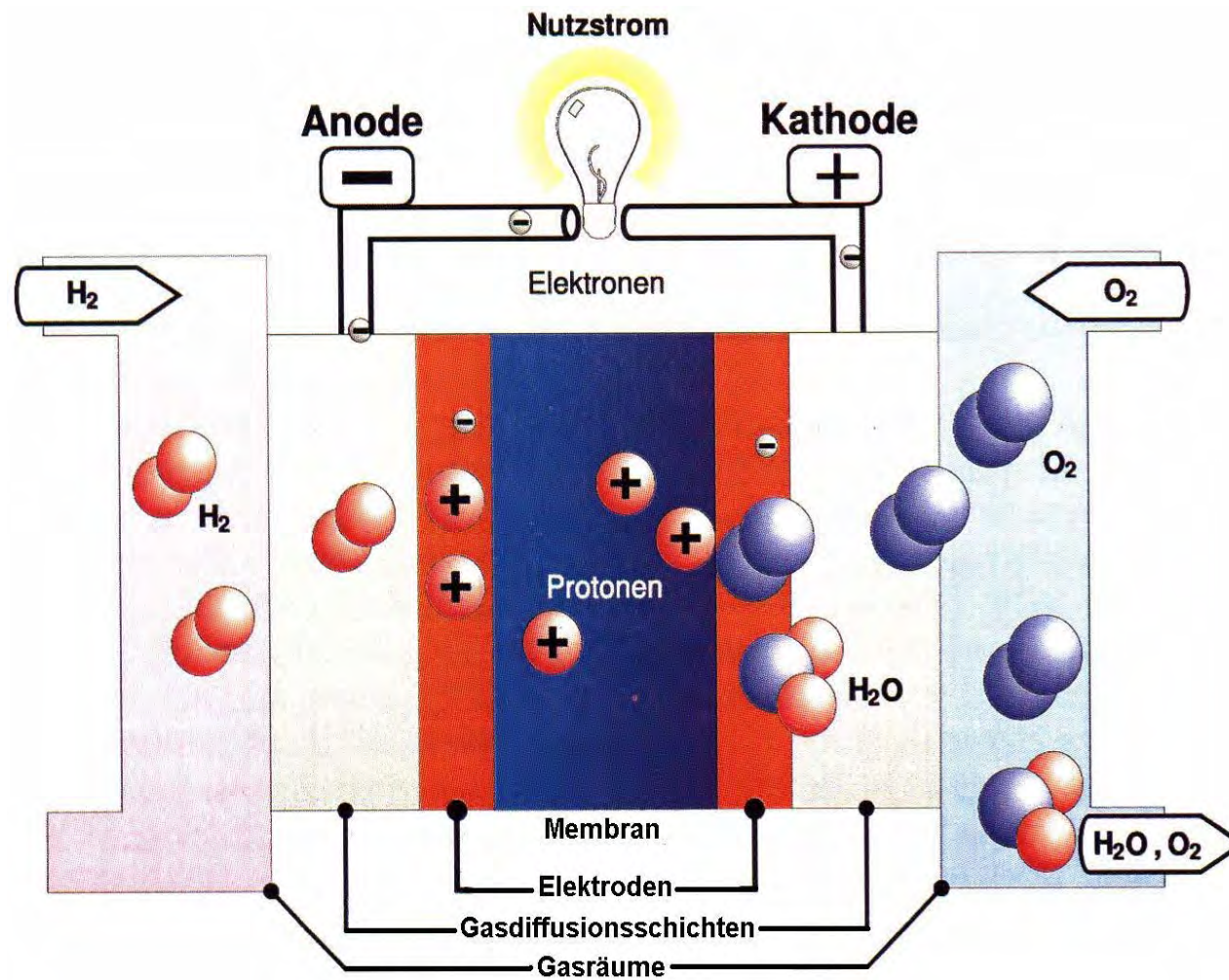
**Hohe Effizienz: Geringer Primärenergieeinsatz
Überkompensation der Energieverluste der Wasserstoffherstellung
durch hohen Brennstoffzellen-Wirkungsgrad**



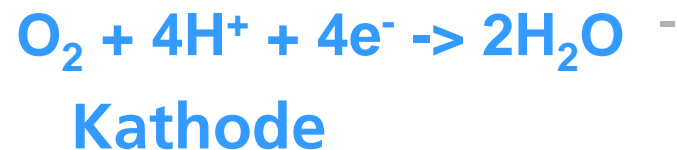
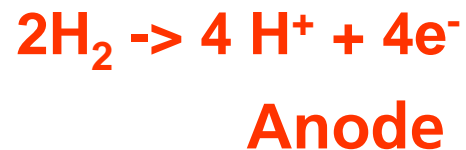
Klassifizierung der Brennstoffzellen-Technologien



Das Funktionsprinzip der Niedertemperatur-Brennstoffzelle PEFC (Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cell)



Das Funktionsprinzip der Niedertemperatur-Brennstoffzelle PEFC (Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cell)

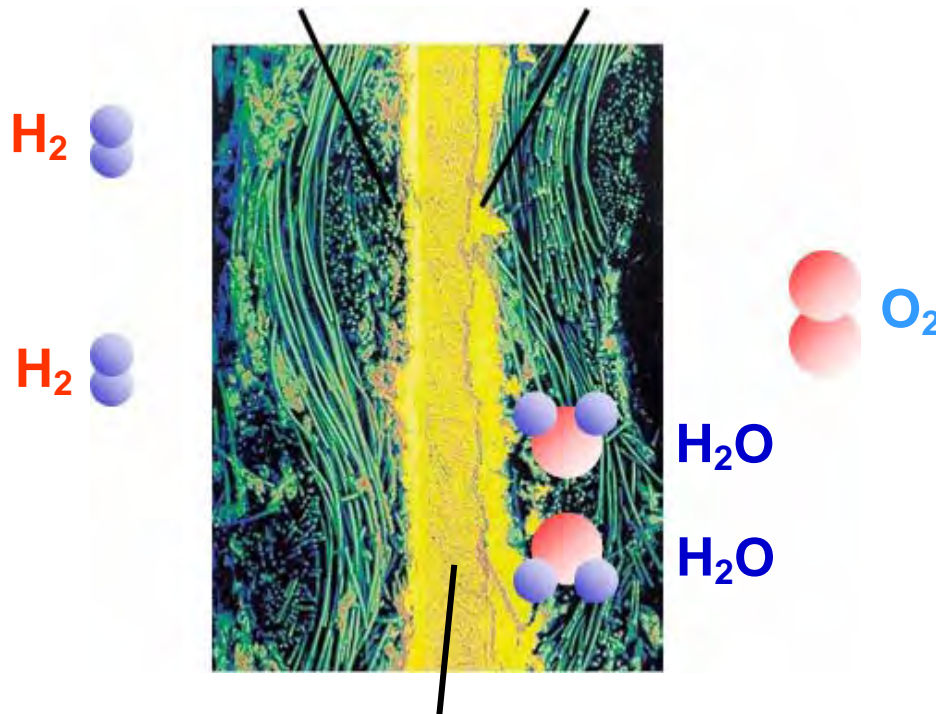


- **Anode:** Wasserstoff (H_2) wird oxidiert (gibt Elektronen ab)

- **Elektrolyt-Membran**
Protonenleiter aber elektrischer Isolator

- **Kathode:** Sauerstoff (O_2) wird reduziert (erhält Elektronen)

- **Typische Werte unter Last:**
0,7 V Spannung
0,75 A/cm² Strom



Polymerelektrolyt-Membran



Deutsches Zentrum
für Luft- und Raumfahrt e.V.
in der Helmholtz-Gemeinschaft

Dipl.-Ing. Andreas Brinner
Institut für Fahrzeugkonzepte

09.05.08

Brennstoffzellen-Technologien und Funktionsprinzipien

Der Aufbau eines PEFC-Brennstoffzellenstapels

Prinzip eines Brennstoffzellenblocks

Bild einer
PEM-Elektrode mit
Dichtung

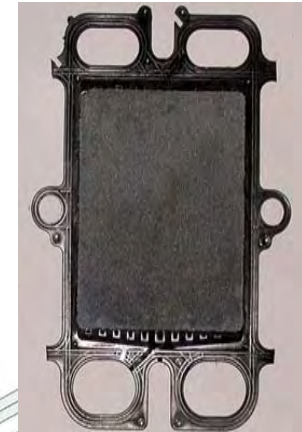
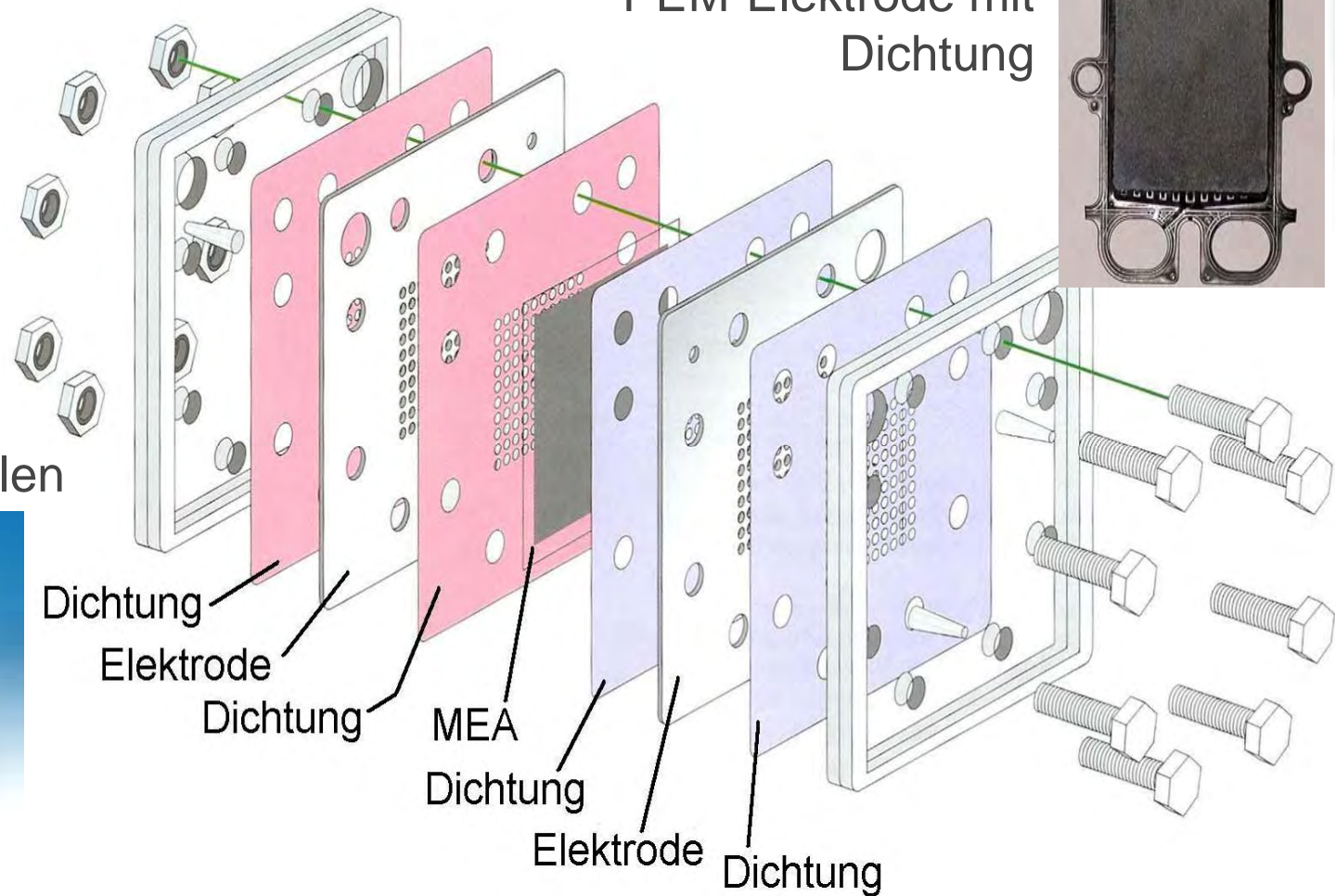


Bild eines
Brennstoffzellen-
Blocks mit 40 Zellen



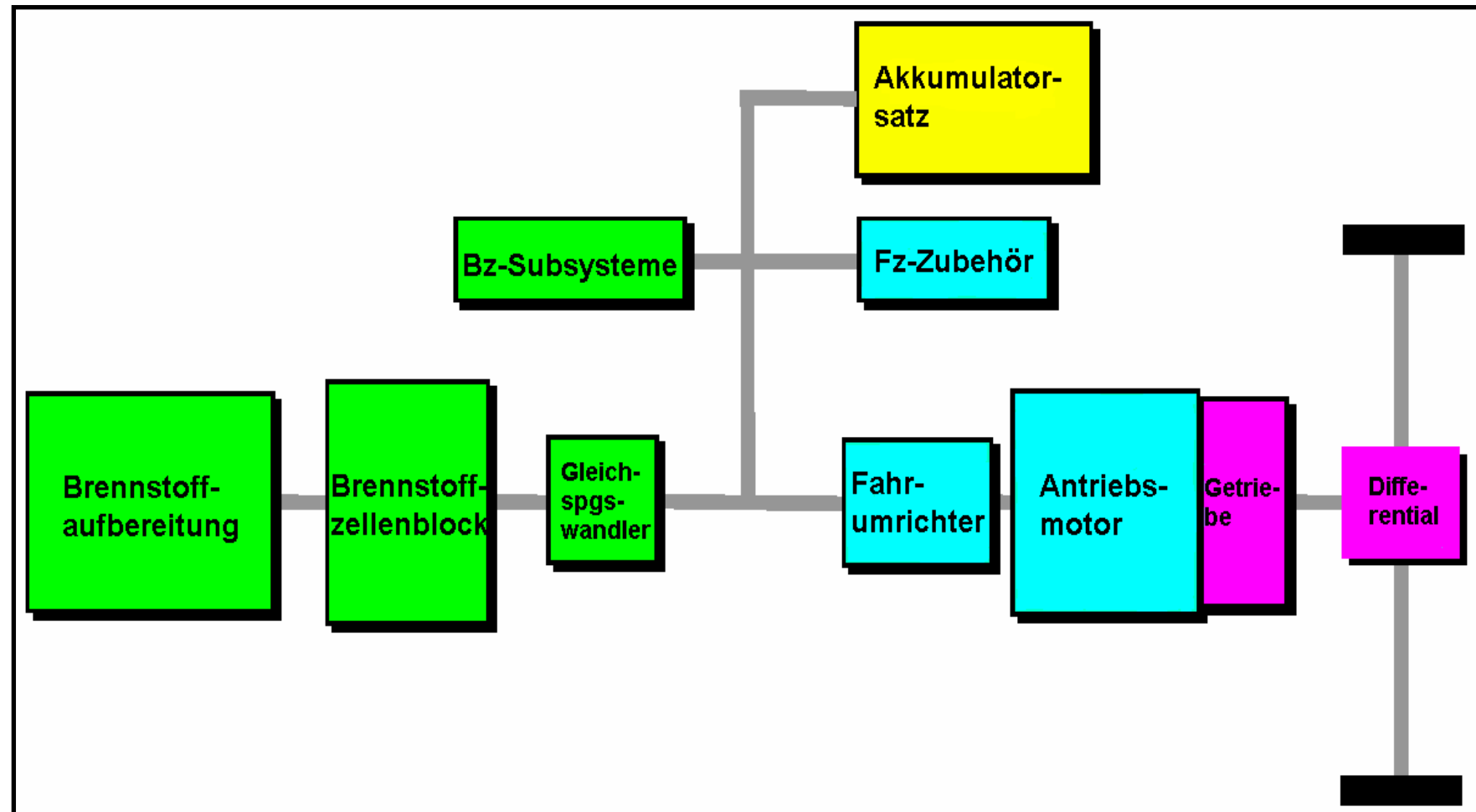
Deutsches Zentrum
für Luft- und Raumfahrt e.V.
in der Helmholtz-Gemeinschaft

Dipl.-Ing. Andreas Brinner
Institut für Fahrzeugkonzepte

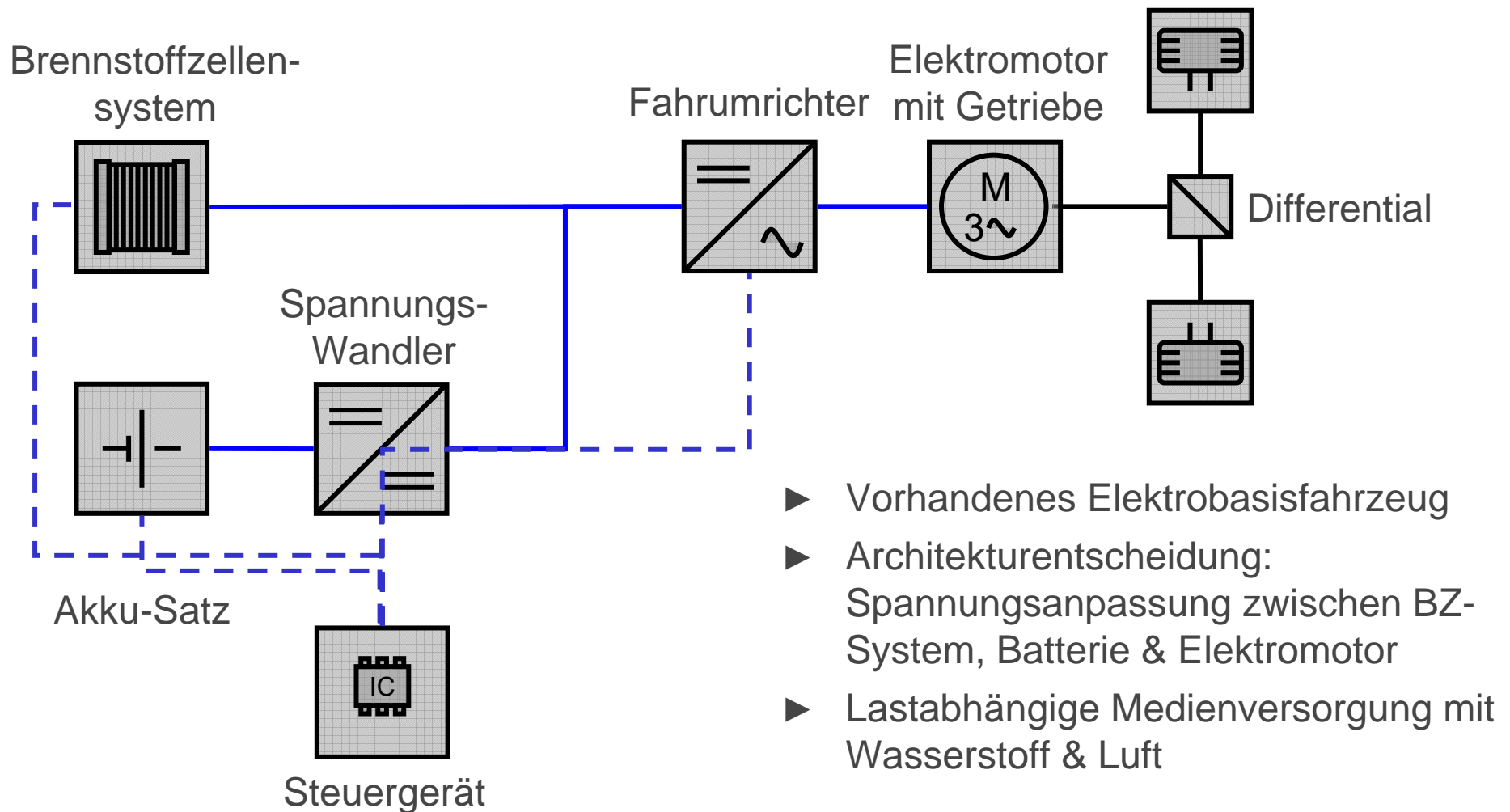
09.05.08

Brennstoffzellen-Technologien und Funktionsprinzipien

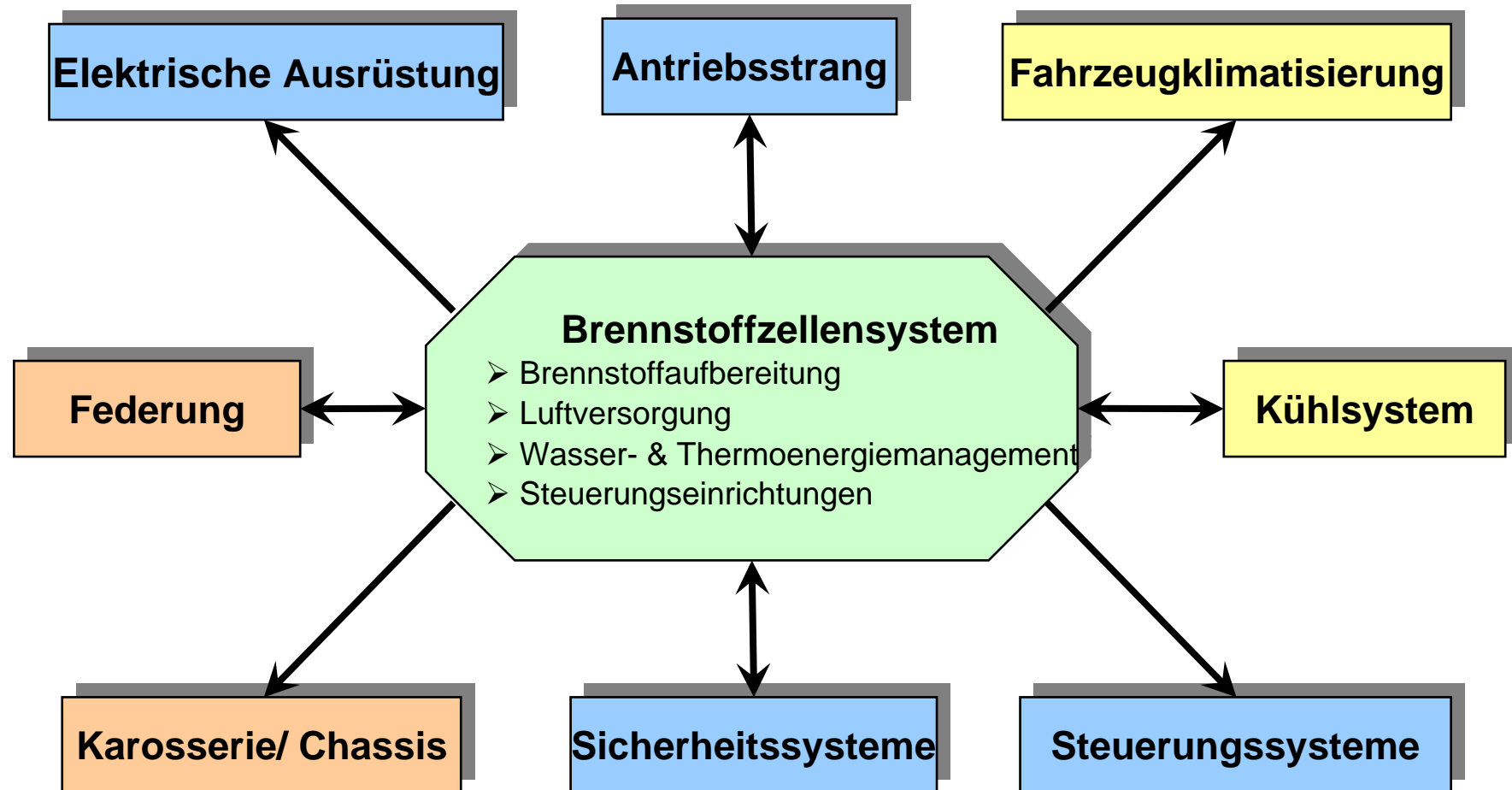
Prinzip eines Hybrid-Brennstoffzellen-Antriebsstrangs



Antriebsstrang-Architektur des Technologieträgers HyLite



Funktionseinheiten eines Brennstoffzellenfahrzeugs





Einfluss des Brennstoffzellensystems auf das Fz-Package

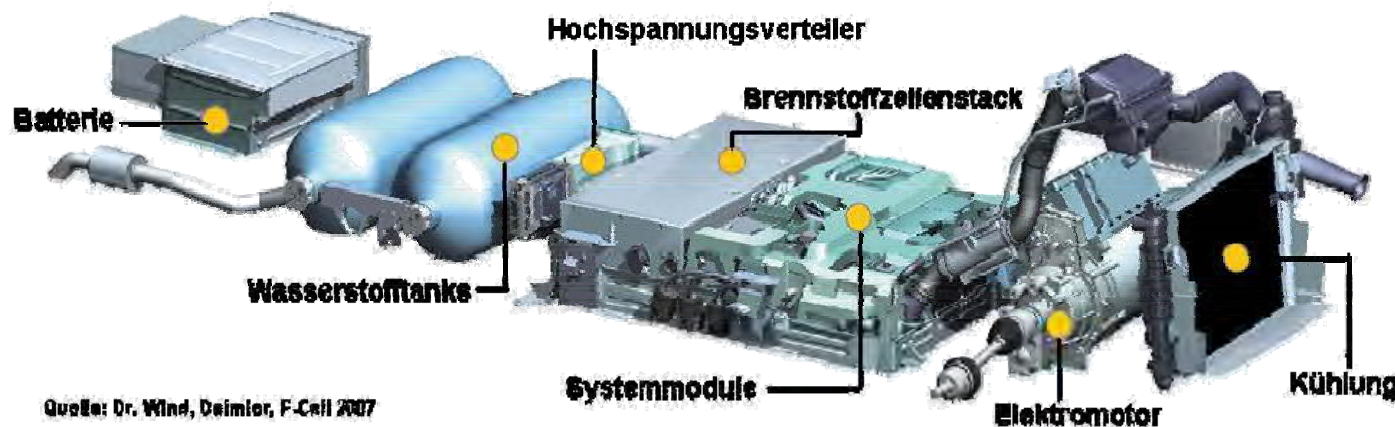
- **Funktionelle Zusammenhänge**
Gekoppelte verfahrenstechnische Kreisläufe, Medienführung
- **Thermisches Management**
Wärmeabfuhr, Thermische Kopplung intern & extern, Temperaturniveaus, Isolierung
- **Steuerung / Regelung**
Systembetrieb, Eigenverbrauchsminimierung, Fahrerkommunikation
- **Sicherheitseinrichtungen**
Elektrisch, mechanisch, gastechnisch, Auslöser, Begrenzer, Sicherheitsketten
- **Kraftstoff**
Tank, Betankung, Sicherheit
- **Elektrisches Energiemanagement**
Spannungs-, Stromniveau, Transienten, Sicherheit
- **Kopplung Brennstoffzelle – Antrieb**
Leistungsanpassung, Antriebsenergiebedarf, Leistungsrückgewinnung
- **Subsystem-Architektur**
Kompakte Komponenten, Packungsdichte, Komponentenverschaltung
- **Fahrzeugdesign**
Zonenaufteilung, Abdichtung zum Innenraum, Einbauräume, Crashverhalten

Packagekonzept des PEFC-Antriebsstrangs im Mercedes Benz Brennstoffzellenfahrzeug F-cell

F-Cell Daimler B-Klasse



Integrationsbeispiel
PEFC-System im Doppelboden



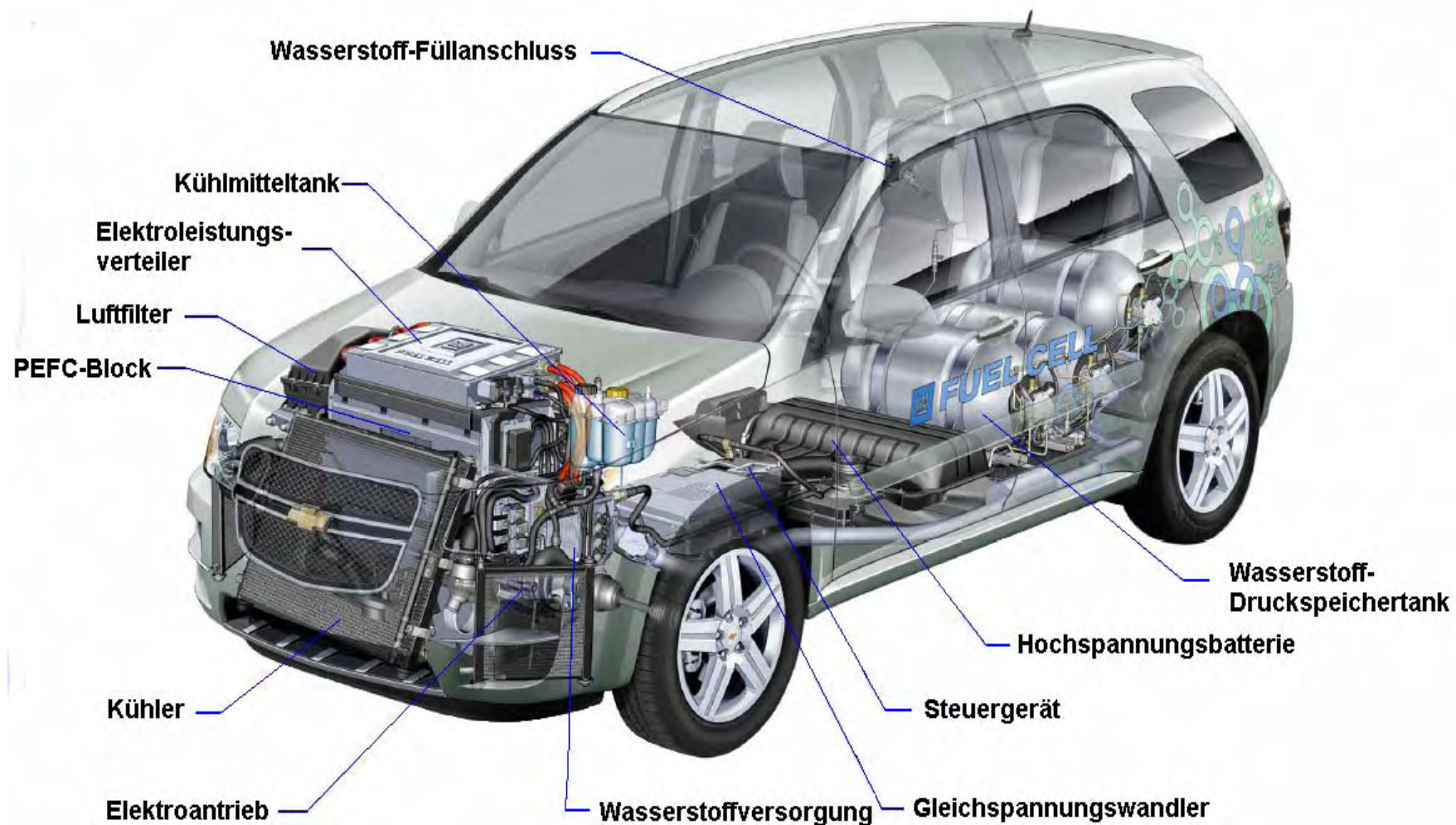
Quelle: Dr. Wind, Deimier, F-Cell 2007
Deutsches Zentrum
für Luft- und Raumfahrt e.V.
in der Helmholtz-Gemeinschaft

Dipl.-Ing. Andreas Brinner
Institut für Fahrzeugkonzepte

09.05.08

Brennstoffzellen-Antriebsstrang im Fahrzeug

Packagekonzept des PEFC-Antriebsstrangs im GM Chevrolet Equinox Fuel Cell



Deutsches Zentrum
für Luft- und Raumfahrt e.V.
in der Helmholtz-Gemeinschaft

Dipl.-Ing. Andreas Brinner
Institut für Fahrzeugkonzepte

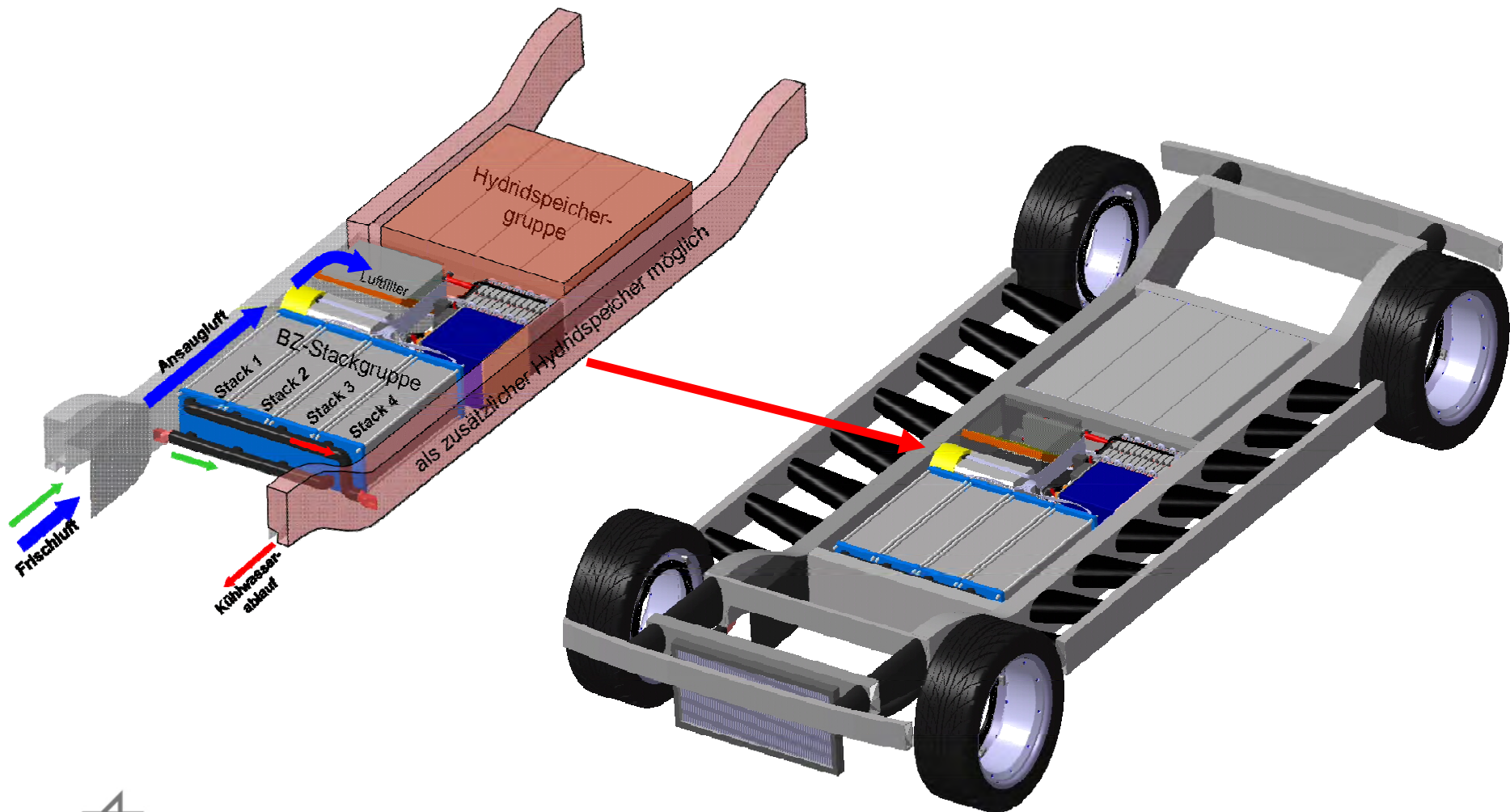
Quelle: Dr. Eberle GM / Opel Fuel Cell Activities, F-cell 2007

09.05.08

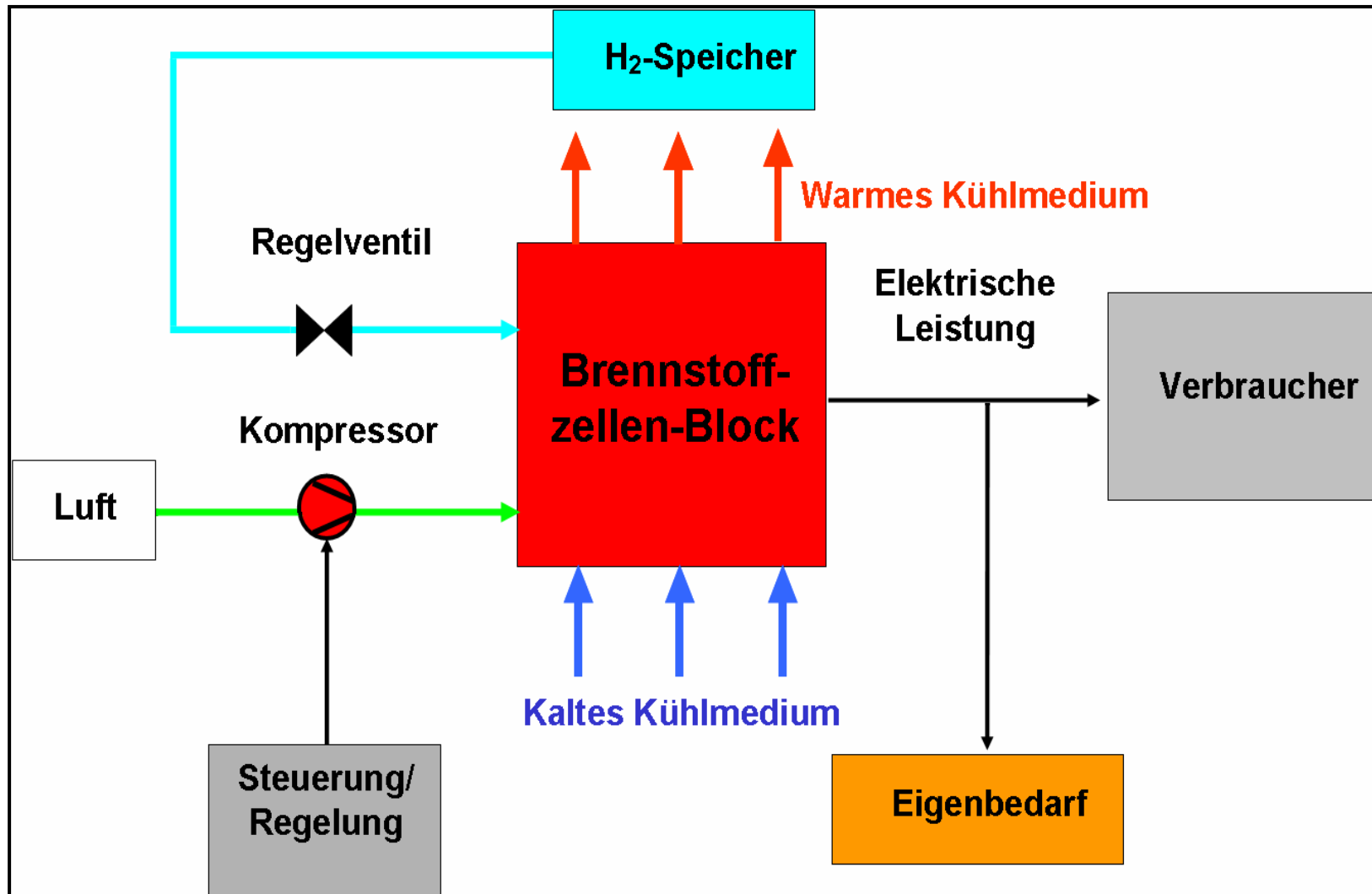
Brennstoffzellen-Antriebsstrang im Fahrzeug

DLR-Fahrzeugkonzept

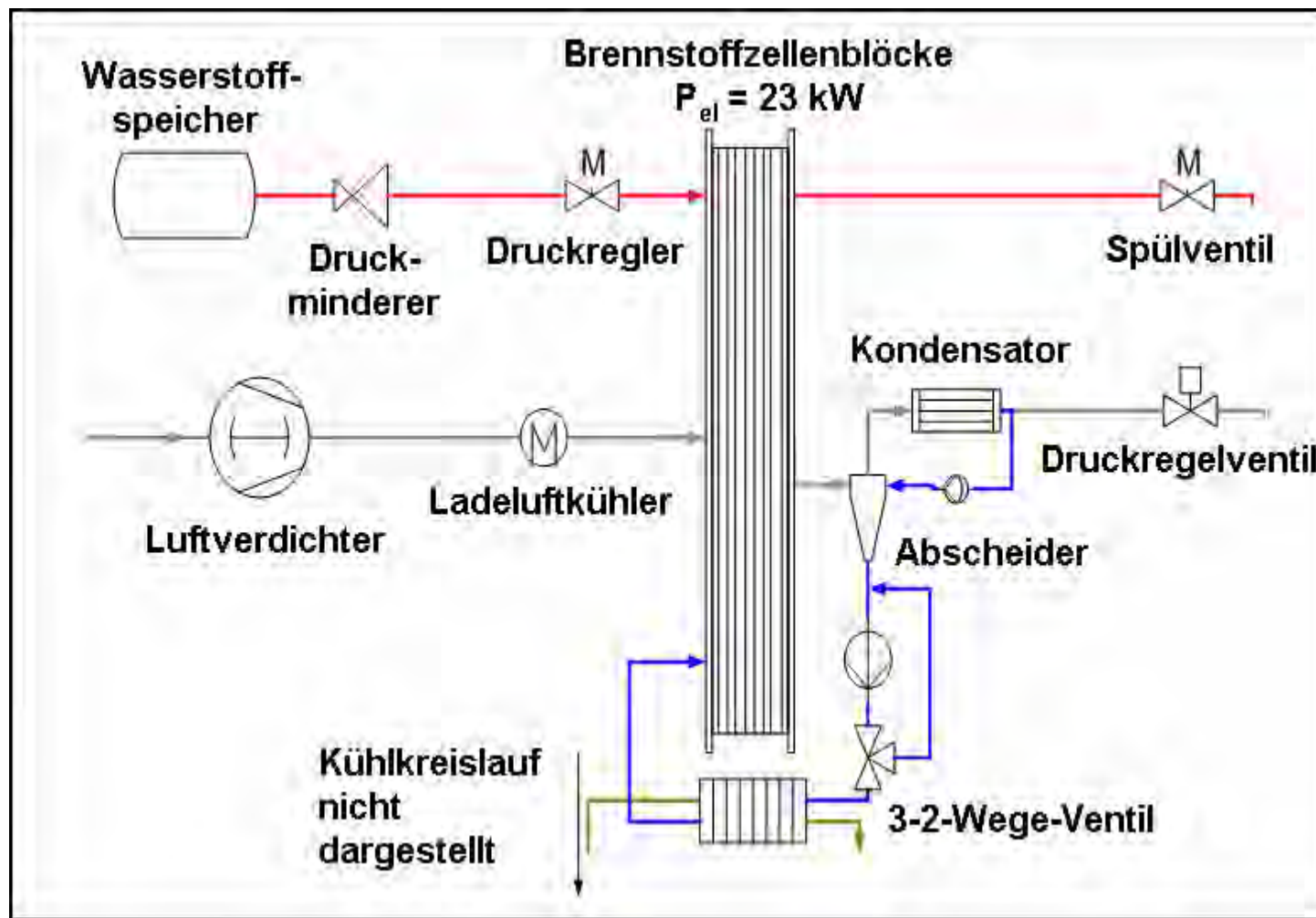
„Spaceframe mit Blackbox-Antriebsmodul“



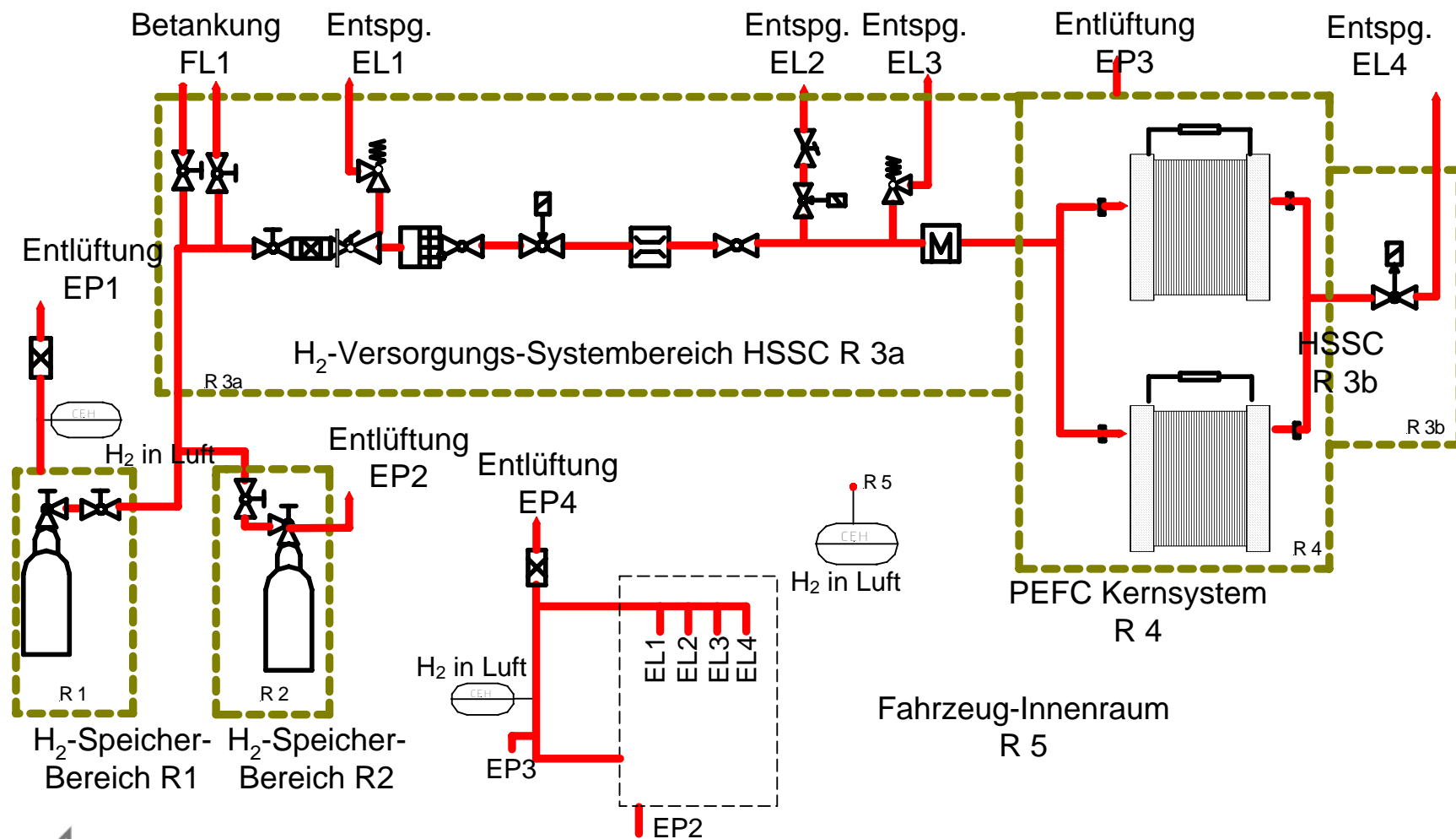
Verfahrenstechnisches Basiskonzept eines PEFC-Systems



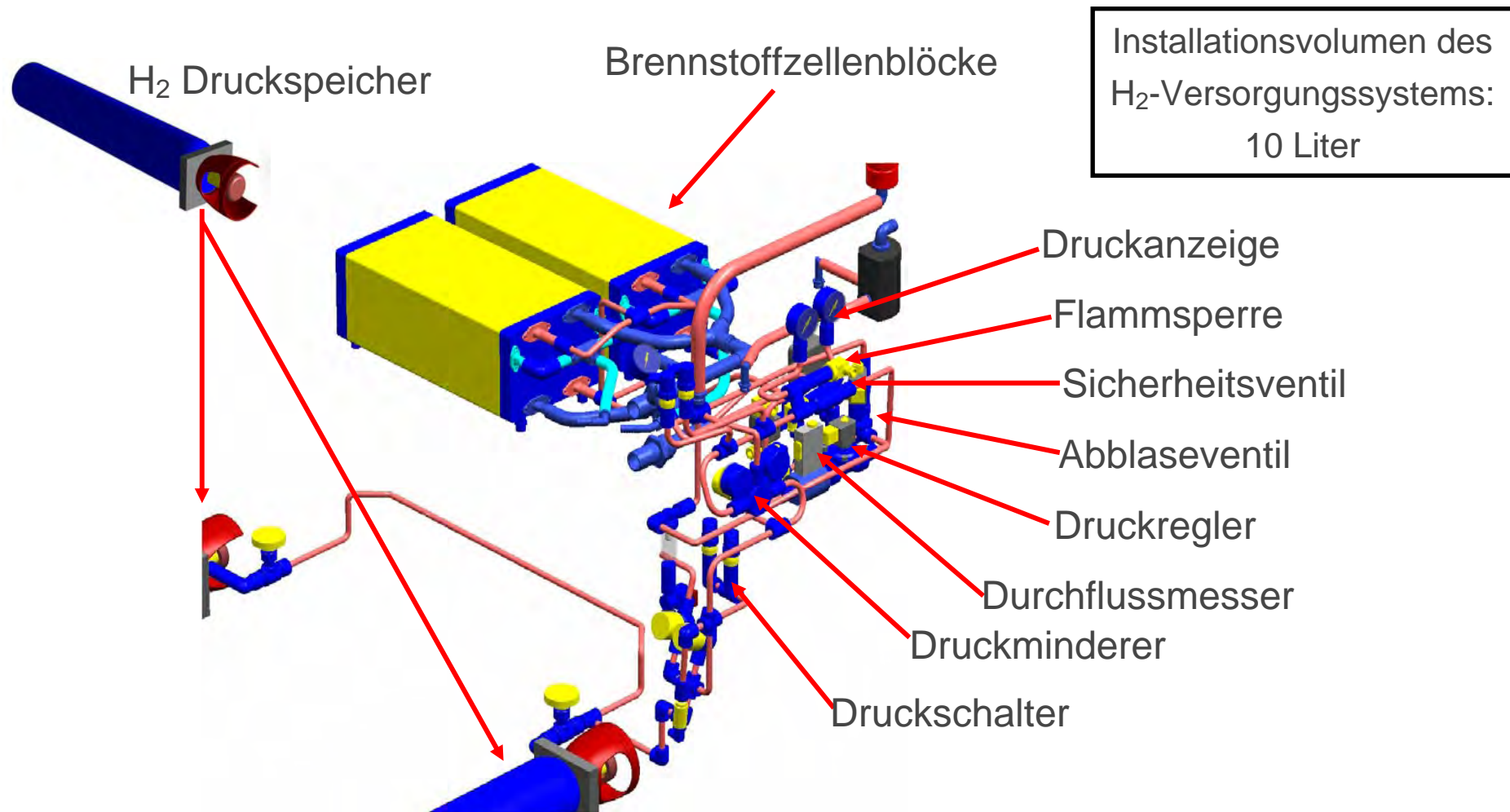
Verfahrenstechnisches Konzept des HyLite® PEFC-Brennstoffzellensystem



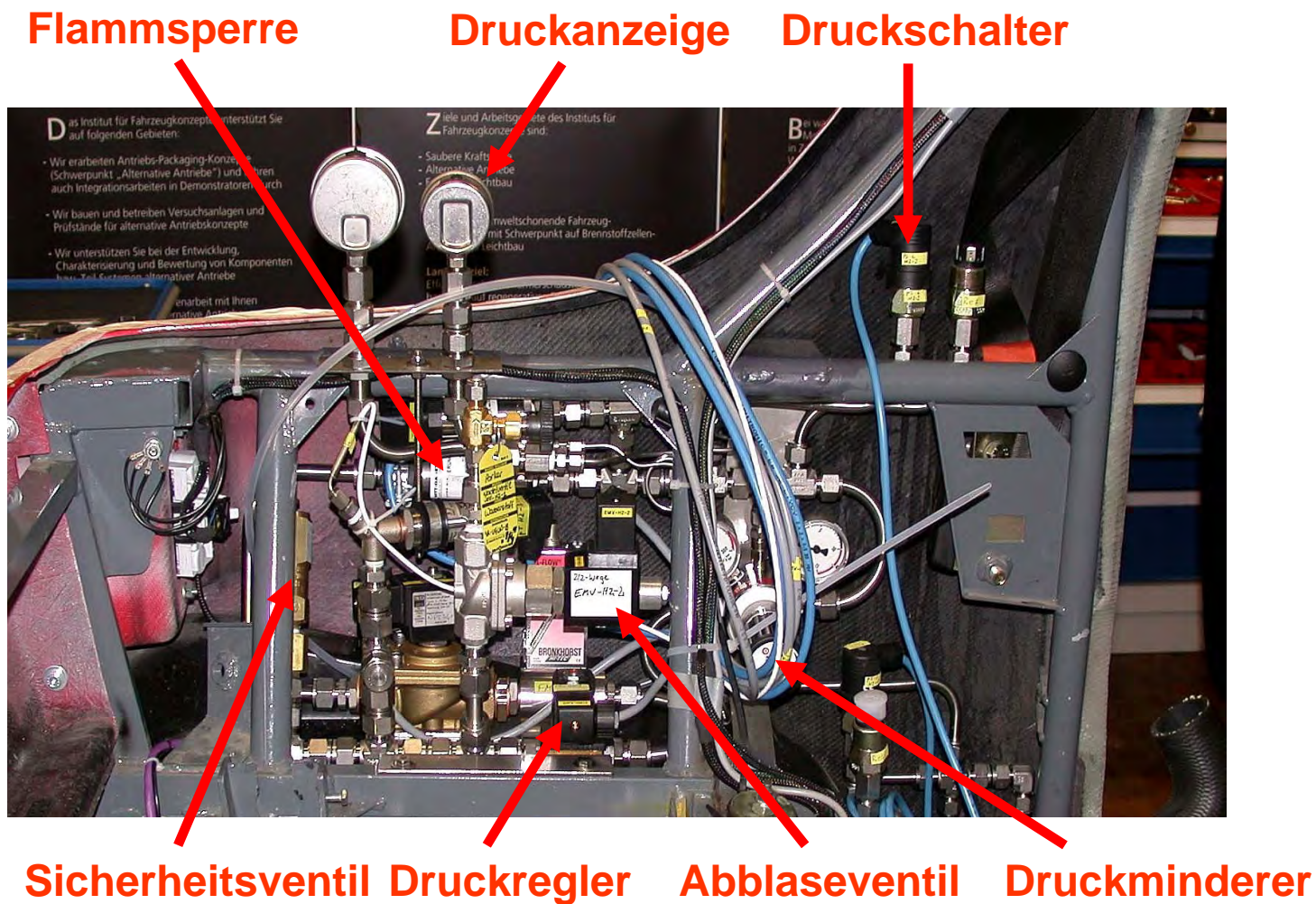
HyLite® Wasserstoffversorgung und Verteilung der Komponenten auf die Einbauräume



HyLite® Package der Fahrzeug- Wasserstoffversorgung



Technische Umsetzung des Wasserstoffversorgungs-Package im HyLite® Fahrzeug


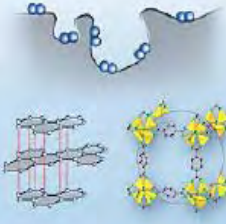
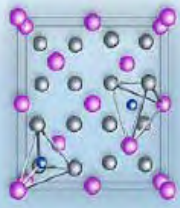


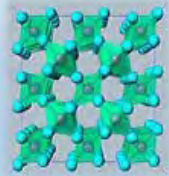





Die Grenzen des Wasserstoffs als Kraftstoff / Brennstoff

- Wasserstoff ist keine Energiequelle, sondern ein **Energieträger**. Er muss immer erst unter Aufwand von Primärenergie erzeugt werden.
- Wasserstoff ist ein **sauberer** Energieträger, aber in der ökologischen Gesamtbilanz kann er nicht besser dastehen als die Primärenergie, mit deren Hilfe er erzeugt wird.
- **Billiger** als diese Primärenergien kann er daher auch nicht sein.
- Wasserstoff und Brennstoffzellen stehen stets in Konkurrenz zu anderen umweltfreundlichen und nachhaltigen Technologien; sie sind kein Wunder- oder Universalheilmittel.

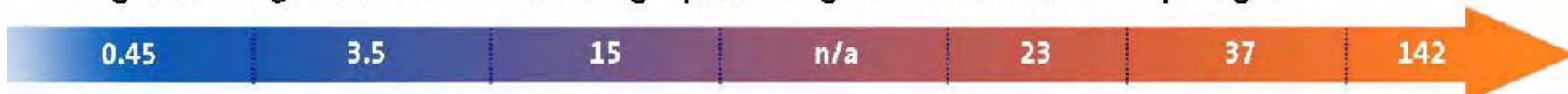
Wasserstoffspeichertechnologien & ihre Betriebsrandbedingungen

						
Flüssig-Wasserstoff	Kryogen-Adsorption	Metallhydrid-speicher	Druck-wasserstoff	Alanate	Salzähnliche Metallhydride	Wasser
LH_2	Activated carbon	Laves Phase Comp. / FeTiH_x / LaNi_5H_x	CGH_2	NaAlH_4	MgH_2	H_2O
100 mat.wt.%	6.5 mat.wt.%	2 mat.wt.%	100 mat.wt.%	5.5 mat.wt.%	7.5 mat.wt.%	11 mat.wt.%

Betriebstemperatur des Speichers



Vergleichsenergieaufwand zur Freisetzung/ Speicherung von Wasserstoff in MJ pro kg H₂



B. Bogdanovic, U. Eberle, M. Felderhoff, and F. Schüth / Scripta Materialia 56 (2007) 813-816
R. von Helmolt, U. Eberle / Journal of Power Sources 165 (2007) 833-843

Quelle: Dr. Eberle GM / Opel Fuel Cell Activities, F-cell 2007



Deutsches Zentrum
für Luft- und Raumfahrt e.V.
in der Helmholtz-Gemeinschaft

Dipl.-Ing. Andreas Brinner
Institut für Fahrzeugkonzepte

09.05.08

Wasserstoffspeicher-Technologien für Fahrzeuge



Beispiele für Entwicklungsperspektiven der Brennstoffzellensysteme für Fahrzeuge durch Beiträge der Galvano- und Oberflächentechnik

- **Integrierte Systemkonzepte** → Schutz- & Gleitbeschichtungen in Baugruppen
Funktionszusammenfassung → Minimierung der Komponentenanzahl / kleinere Aggregate
- **Leichtbaufahrzeuge** → Korrosionsschutz von Fahrzeugteilen
Reduktion des Gesamtgewichts → niedrigerer Verbrauch, kleinere / leichtere Tanks
- **Optimierte Brennstoffspeicher** → Korrosionsschutz & Dichtigkeitsbeschichtung
Höhere volumetrische Energiedichte → kleinere Tanks / erhöhte Reichweite
- **Verbesserte Kühlmedien / Kreisläufe** → Elektr. Iso-Schicht / Therm. Leitschicht
Gute Isolationseigenschaften → direkte Blockkühlung → Reduktion der Komponenten / Subsysteme
- **Brennstoffzellen & Herstellverfahren** → Elektrochemische Reaktionsschicht
Höhere Energiedichte / höhere Betriebstemperatur → kleinere / effizientere Aggregate
- **Wasserfreie Brennstoffzellenmembranen** → Haftschrift / Zwischenschicht
keine Befeuchtung → Reduktion der Komponentenanzahl / Anzahl der Subsysteme



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

**Für Ihre Fragen zu diesem Vortrag,
zu unseren PEFC-Systemkonzepten und
zur Brennstoffzellen-Systementwicklung des DLR allgemein
stehe ich Ihnen gerne zur Verfügung.**